

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Larutan Hipoklorit

SKRIPSI

Oleh:

VERA NURCHABIBAH
145090201111019



JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

repository.ub.ac.id

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Larutan Hipoklorit

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana sains dalam bidang Kimia

Oleh:

VERA NURCHABIBAH

145090201111019



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung
Kelapa Terhadap Larutan Hipoklorit**

Oleh:
VERA NURCHABIBAH
145090201111019

Setelah diseminarkan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 19 JUL 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Barlah Rumhayati, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197404292000032001

Pembimbing II

Dr. Ani Mulyasuryani, MS
NIP. 196306281991032001

Mengetahui, Ketua
Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Masruri, S.Si., M.Si, Ph.D.
NIP. 19731020 2002121 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya bertandatangan di bawah ini:

Nama : Vera Nurchabibah
NIM : 145090201111019
Jurusan : Kimia
Penulis skripsi berjudul :

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Larutan Hipoklorit

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplikan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Juli 2018
Yang menyatakan



(Vera Nurchabibah)
NIM. 145090201111019

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Larutan Hipoklorit

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari pengaruh pH dan pengaruh konsentrasi larutan hipoklorit terhadap adsorpsi hipoklorit menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivator NaOH 15% (w/v). Uji pengaruh pH terhadap adsorpsi dilakukan menggunakan 0,1 g adsorben dan larutan hipoklorit 700 mg OCl^-/L pada pH 4, 6, 8, 10, 11, dan 12,74 selama 150 menit. Uji pengaruh konsentrasi hipoklorit dilakukan dengan menggunakan 0,1 g adsorben dan larutan hipoklorit pada konsentrasi 200, 300, 500, 700, dan 800 mg OCl^-/L selama 150 menit pada pH optimum. Konsentrasi hipoklorit sebelum dan setelah diadsorpsi ditentukan secara volumetri iodometri. Dari hasil penelitian diperoleh pH optimum adalah pH 6 dengan jumlah OCl^- yang teradsorpsi sebanyak 54,8%. Pada uji pengaruh konsentrasi hipoklorit, bahwa meningkatnya konsentrasi yang digunakan maka massa yang teradsorpsi juga meningkat, dan kapasitas adsorpsi maksimumnya 400 mg/g.

Kata kunci: tempurung kelapa, hipoklorit, pH, aktivasi NaOH, kapasitas adsorpsi.

Adsorption Capacity Determination of Activated Carbon from Coconut Shell for Hypochlorite Solution

ABSTRACT

This research studied the effect of pH and concentration of hypochlorite solution on hypochlorite adsorption using NaOH 15% (w/v) - activated carbon from coconut shell as adsorbent. The effect of pH on adsorption was done using 0.1 g of adsorbent and hypochlorite solution of 700 mg OCl^- / L at pH 4, 6, 8, 10, 11, and 12,74 for 150 min. The effect of hypochlorite concentration was performed using 0.1 g of adsorbent and hypochlorite solution at concentrations of 200, 300, 500, 700, and 800 mg OCl^- / L for 150 min at optimum pH. Hypochlorite concentrations before and after adsorption were determined by iodometric volumetry. The result showed that the optimum pH was at pH 6 with the adsorbed OCl^- amount was 54,8%. Furthermore, increasing the hypochlorite concentration was linear to the increased of the adsorbed mass. The maximum adsorption capacity was 400 mg/g.

Keywords: Coconut shell, hypochlorite, pH, NaOH activation, adsorption capacity

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul **Penentuan Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Larutan Hipoklorit** dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih ditujukan kepada :

1. Barlah Rumhayati, S.Si.,M.Si.,Ph.D selaku pembimbing I dan Dr. Ani Mulyasuryani, MS selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, perhatian dan do'a yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS selaku penasehat akademik yang telah memberikan semangat, motivasi dan masukan selama studi penulis.
3. Dr. Hermin Sulistyarti selaku dosen penguji seminar proposal dan kemajuan yang telah memberikan saran.
4. Masruri, S.Si, M.Si, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Kimia atas bantuan dan ilmu yang telah diberikan.
5. Darwin, Bambang Arianto, S.Si, dan Hadi Kurniawan, A.Md selaku PLP Laboratorium Kimia Analitik, Kimia Fisik, dan Kimia Instrumentasi yang telah membantu dalam proses penyediaan alat, dan bahan selama proses penelitian.
6. Segenap dosen dan staf Jurusan Kimia atas semua bimbingan, bantuan dan ilmu yang telah diberikan.
7. Kedua orang tua penulis, serta segenap keluarga besar atas segala dukungan, motivasi dan do'a yang diberikan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman atau satu kelompok penelitian Laboratorium Analitik, atas semua bantuan, dukungan, motivasi, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Temen-temen kimia angkatan 2014, atas semua dukungan, motivasi, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
10. Seluruh pihak dan instansi yang membantu terselesaikannya penelitian dan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran guna perbaikan dan penyempurnaan sehingga dapat bermanfaat bagi pihak yang membaca.

Malang, Juli 2018

Penulis



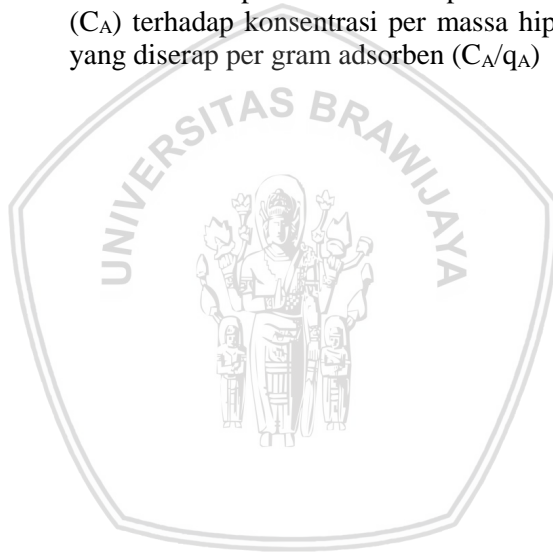
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hipoklorit	4
2.1.1 Hipoklorit	4
2.1.2 Jenis-jenis hipoklorit	4
2.1.3 Manfaat dan bahaya hipoklorit	5
2.1.4 Reaksi hipoklorit di dalam air	5
2.2 Karbon Aktif	6
2.3 Pembuatan dan manfaat karbon aktif	8
2.3.1 Pembuatan karbon aktif	8
2.3.2 Manfaat karbon aktif	10
2.4 Adsorpsi	11
2.4.1 Pengertian adsorpsi	11
2.4.2 Klasifikasi adsorpsi	11
2.4.3 Faktor yang mempengaruhi adsorpsi	12
2.4.4 Kapasitas adsorpsi	13
2.5 Metode Analisis Hipoklorit dengan Titrasi Iodometri	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15
3.3 Tahapan Penelitian	15

3.4 Prosedur Penelitian	16
3.4.1 Pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa	16
3.4.2 Aktivasi karbon aktif dengan NaOH 15 % (w/v)	16
3.4.3 Penentuan pengaruh pH	17
3.4.4 Pengaruh konsentrasi larutan hipoklorit terhadap adsorpsi ion hipoklorit	17
3.4.5 Analisis kuantitatif ion hipoklorit dengan titrasi iodometri	17
3.4.5.1 Standardisasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan KIO_3	17
3.4.5.2 Penentuan konsentrasi ion hipoklorit	18
3.5 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Pengaruh pH Terhadap Jumlah OCl^- yang Teradsorpsi	21
4.2 Pengaruh Konsentrasi Hipoklorit pada Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Teraktivasi NaOH Terhadap Hipoklorit	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Hubungan kesetimbangan pH dan suhu pada HOCl dan OCl^-	6
Gambar 2.2: Struktur elemen karbon aktif	7
Gambar 4.1: Pengaruh pH larutan hipoklorit dengan % OCl^- yang teradsorpsi	22
Gambar 4.2: Pengaruh konsentrasi hipoklorit ($\text{mg OCl}^-/\text{L}$) terhadap massa OCl^- yang teradsorpsi (q_A)	23
Gambar 4.3 Grafik persamaan Langmuir karbon aktif dari konsentrasi hipoklorit setelah proses adsorpsi (C_A) terhadap konsentrasi per massa hipoklorit yang diserap per gram adsorben (C_A/q_A)	24



DAFTAR TABEL

Tabel D.1: Massa OCl^- yang tidak teradsorpsi	44
Tabel D.2: Massa OCl^- awal	45
Tabel D.3: Jumlah OCl^- yang teradsorpsi	46
Tabel D.4: Massa OCl^- yang tidak teradsorpsi	47
Tabel D.5: Massa OCl^- awal	48
Tabel D.6: Jumlah OCl^- yang teradsorpsi per gram adsorben (q_A)	49
Tabel D.7: Kapasitas adsorpsi	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Preparasi Larutan	31
A.1 Pembuatan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M	31
A.2 Pembuatan larutan KIO_3 0,1 M	31
A.3 Pembuatan larutan KI 0,6 M	31
A.4 Pembuatan larutan H_2SO_4 2,3 M	32
A.5 Pembuatan larutan OCl^-	32
A.5.1 Larutan OCl^- 800 mg OCl^- /L (Larutan Induk)	32
A.5.2 Larutan OCl^- 700 mg OCl^- /L	33
Lampiran B. Diagram Alur Penelitian	34
Lampiran C. Diagram Alir	35
C.1 Pembuatan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M	35
C.2 Pembuatan larutan KIO_3 0,1 M	35
C.3 Pembuatan larutan KI 0,6 M	36
C.4 Pembuatan larutan H_2SO_4 2,3 M	36
C.5 Pembuatan karbon dari tempurung kelapa	37
C.6 Pencucian karbon dengan akuades	37
C.7 Aktivasi karbon aktif dengan NaOH 15% (w/v)	38
C.8 Penentuan pengaruh pH	39
C.9 Pengaruh konsentrasi larutan hipoklorit terhadap adsorpsi ion hipoklorit	40
C.10 Standardisasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan KIO_3	41
Lampiran D. Perhitungan Data Hasil Penelitian	42
D.1 Standarisasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan menggunakan KIO_3	42
D.2 Perhitungan massa OCl^- teradsorpsi	43
D.2.1 Perhitungan massa OCl^- terhadap pengaruh pH	44
D.2.2 Perhitungan kapasitas adsorpsi terhadap adsorpsi ion hipoklorit	47
Lampiran E. Dokumentasi	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hipoklorit adalah senyawa berbentuk klor yang mempunyai potensial oksidasi tinggi dan hampir sama dengan gas klor. Senyawa hipoklorit ada dua jenis, yaitu natrium hipoklorit dan kalsium hipoklorit. Kalsium hipoklorit mengandung klor yang lebih banyak dari pada natrium hipoklorit (cairan pemutih). Kalsium hipoklorit adalah zat pengoksidasi yang kuat dan senyawa paling efektif untuk anti-mikroba. Kalsium hipoklorit digunakan untuk mengolah air minum, air limbah, pemutih, bahan pembuatan kloroform, dan lain-lain [1–3]. Kalsium hipoklorit yang lebih dikenal sebagai pemutih, bersifat sangat korosif dan dapat menyebabkan kerusakan pada mata dan kulit [4].

Kalsium hipoklorit bila dilarutkan kedalam air maka akan menghasilkan asam hipoklorit (HClO), ion kalsium (Ca^{2+}), dan hidroksida (OH^-), kemudian asam hipoklorit (HClO) akan terurai membentuk ion hipoklorit (OCl^-), dan ion H^+ . Asam hipoklorit inilah yang sebenarnya aktif untuk membunuh bakteri - bakteri, karena bakteri-bakteri dioksidasi [4–6].

Kalsium hipoklorit atau lebih dikenal dengan nama kaporit pada umumnya digunakan sebagai sumber klor dalam proses klorinasi untuk mengurangi dan membunuh mikroorganisme yang ada di dalam air baku. Akan tetapi, penggunaan kaporit untuk klorinasi dapat membentuk senyawa trihalometan (THM) yang merupakan senyawa bersifat karsinogenik dan mutagenik [7]. Selain itu, dalam penggunaan kaporit dengan dosis yang tinggi akan menghasilkan residu klorin yang tinggi [8]. Kandungan klorin yang terkandung dalam air, menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER/IX/ 1990 adalah 0,2 mg/L - 0,5 mg/L [9]. Rahmawati menyatakan bahwa klorin cenderung berikatan dengan senyawa organik untuk membentuk klorinamina dan hal ini dapat meningkatkan resiko kanker yang akan merusak hati, paru-paru, dan ginjal serta sistem saraf pusat [10].

Residu klorin yang terbentuk di dalam air perlu diadsorpsi dengan menggunakan bahan penjerap, seperti karbon aktif [10]. Bahan yang berasal dari karbon aktif tahan terhadap korosif (asam dan basa), dan lingkungan yang beracun [11]. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan karbon aktif adalah tempurung kelapa. Penggunaan tempurung kelapa sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif, karena memiliki beberapa kelebihan daripada bahan lainnya, diantaranya tingkat kekerasan yang tinggi sehingga mempermudah karakteristik pengolahannya, memiliki luas permukaan diatas $1500 \text{ m}^2/\text{g}$, daya serapnya tinggi, abunya sedikit, dan tingkat kemurniannya tinggi [12]. Efisiensi dari karbon aktif dapat dipengaruhi oleh ukuran, bentuk partikel, luas permukaan, distribusi ukuran pori [13]. Untuk meningkatkan ukuran pori, luas permukaan serta meningkatkan volume mikropori perlu dilakukan proses aktivasi karbon [14].

Proses aktivasi pada karbon aktif ada dua jenis, yaitu aktivasi fisik dan kimia. Aktivasi kimia lebih banyak digunakan daripada aktivasi secara fisik karena menggunakan suhu lebih rendah serta waktu yang dibutuhkan lebih cepat [15]. Pada penelitian Rahmawati (2006) aktivasi yang digunakan adalah dengan ZnCl_2 . Modifikasi dengan ZnCl_2 terbukti mampu meningkatkan kapasitas dan efisiensi adsorpsi karbon aktif terhadap residu klorin hampir dua kali lipat [10]. Pada penelitian ini, aktivator yang digunakan adalah basa. NaOH dan KOH biasanya digunakan sebagai aktivator basa. Kation pada pengaktivasi sangat berperan penting untuk menentukan ukuran dan jumlah pori di dalam karbon aktif. Ukuran kation Na^+ lebih kecil dari pada kation K^+ sehingga kation Na^+ memiliki kemampuan distribusi atau penetreasi ion lebih tinggi dalam struktur karbon aktif [11]. oleh karena itu, pada penelitian ini dipilih aktivator NaOH .

Proses adsorpsi ini, dapat dipengaruhi beberapa faktor antara lain : Luas permukaan, struktur pori, ukuran partikel, suhu, pH, konsentrasi adsorbat, kecepatan pengadukan, waktu kontak, dan kepolaran zat. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH dan konsentrasi larutan hipoklorit terhadap adsorpsi ion hipoklorit. pH menentukan jumlah dan ion hipoklorit yang akan diadsorpsi [16]. HOCl berkesetimbangan dengan ion OCl^- pada nilai pH sama dengan pK_a yaitu 7,5 [17], sedangkan konsentrasi adsorbat meningkat maka adsorbat yang terserap oleh adsorben juga meningkat

[18] sampai kapasitas adsorben terlampaui. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kondisi optimum dari pH dan konsentrasi larutan hipoklorit untuk adsorpsi ion hipoklorit dengan menggunakan karbon aktif tempurung kelapa yang teraktivasi NaOH.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pH terhadap jumlah OCl^- yang teradsorpsi oleh karbon aktif teraktivasi NaOH?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi hipoklorit pada kapasitas adsorpsi karbon aktif teraktivasi NaOH terhadap hipoklorit ?

1.3 Batasan Masalah

1. Bahan baku karbon aktif adalah tempurung kelapa
2. Karbon aktif diaktivasi dengan NaOH 15 % (w/v)
3. Adsorpsi dilakukan selama 150 menit.
4. Metode yang digunakan untuk menentukan konsentrasi ion hipoklorit adalah metode titrimetri (titrasi iodometri)

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pH terhadap jumlah OCl^- yang teradsorpsi oleh karbon aktif teraktivasi NaOH
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi hipoklorit pada kapasitas adsorpsi karbon aktif teraktivasi NaOH terhadap hipoklorit

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk mengetahui secara mendalam mengenai kapasitas adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa terhadap hipoklorit serta mengetahui kondisi optimum untuk kapasitas adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa terhadap hipoklorit dengan menggunakan aktivator NaOH.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hipoklorit

2.1.1 Pengertian hipoklorit

Hipoklorit adalah senyawa berbentuk klor dan memiliki potensial oksidasi tinggi yang hampir sama dengan gas klor. Hipoklorit dapat dihasilkan dari proses hidrolisis garam – garam klorida dimana keberadaannya bergantung dengan pH dan temperatur air. Senyawa hipoklorit ada dua jenis, yaitu natrium hipoklorit dan kalsium hipoklorit [4].

2.1.2 Jenis – jenis hipoklorit

Ada 2 jenis hipoklorit antara lain sebagai berikut :

1. Natrium hipoklorit (NaOCl)

Natrium hipoklorit, adalah garam yang mempunyai unsur aktif dan banyak digunakan sebagai agen pemutih. Natrium hipoklorit banyak digunakan untuk pengolahan air, pembersih, dan lain-lain [19]. Natrium hipoklorit Pada umumnya sering dijumpai pada konsentrasi 5,25 % atau 12,75 % dalam bentuk cair, karena jika dalam bentuk padat akan lebih mudah menyerap air dari udara dan dapat melepaskan gas klorin [4, 20].

2. Kalsium hipoklorit (Ca(OCl)_2)

Kalsium hipoklorit lebih dikenal dengan nama kaporit, yang berbentuk padatan bubuk berwarna putih, memiliki sifat tidak higroskopis, korosif, dapat menimbulkan bau klor, dan memiliki kandungan klorin sebesar 60-75% [4].

Kalsium hipoklorit adalah salah satu sumber klorin yang sering digunakan untuk desinfektan. Kalsium hipoklorit lebih stabil pada penyimpanan suhu ruang dibandingkan dengan natrium

hipoklorit yang berbentuk cair. Kalsium hipoklorit dapat meningkatkan pH air sampai diatas 7,5 [20].

2.1.3 Manfaat dan Bahaya Hipoklorit

Kalsium hipoklorit digunakan sebagai desinfektan pada air minum atau air kolam renang, pemutih, industri kertas dan industri tekstil, pembersih kamar mandi, penghilang lumut, alga, untuk pembuatan kloroform dengan mereaksikan aseton dengan kalsium hipoklorit, untuk pengolahan emas pada saat menggunakan halogenasi (larutan kaporit (kalsium hipoklorit) yang dicampur dengann asam klorida), selain itu, juga digunakan dalam industri gula untuk memutihkan nira tebu sebelum proses kristalisasinya dilakukan [1,3].

Kalsium hipoklorit, lebih dikenal sebagai pemutih, yang bersifat sangat korosif dan dapat menyebabkan kerusakan pada mata dan kulit. Kalsium hipoklorit memiliki sifat dan struktur kimia yang sederhana, dengan adanya oksigen, senyawa ini bereaksi dengan mudah pada bahan organik dan mudah dikonversi menjadi natrium klorida dan kalsium klorida. Penggunaan natrium dan kalsium hipoklorit dalam pengolahan sistem air dan air limbah dapat menyebabkan pembentukan trihalomethana dalam air minum [21].

2.1.4 Reaksi hipoklorit di dalam air

Kalsium hipoklorit didalam air akan terhidrolisis menjadi ion Ca^{2+} , asam hipoklorit, dan OH^- , dengan reaksi pada persamaan (2.1) [5]:

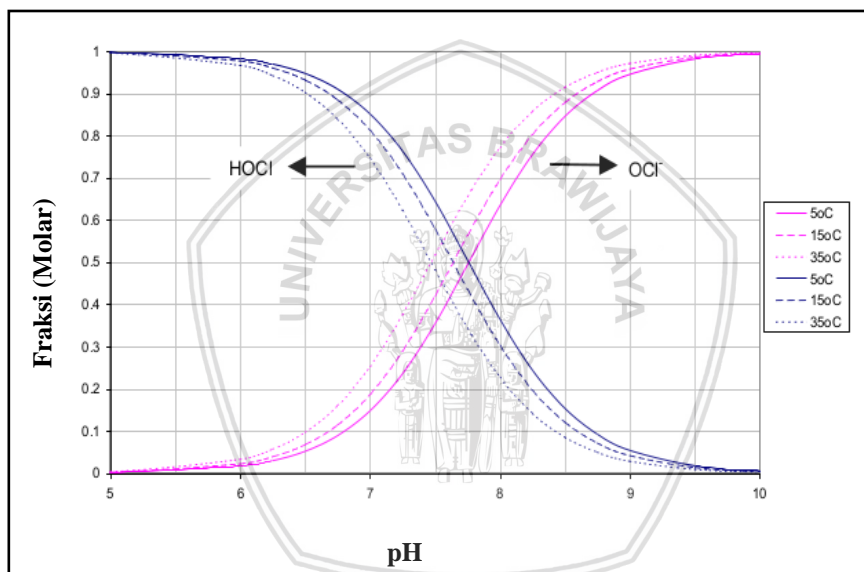


Selanjutnya, asam HOCl bereaksi baik dengan senyawa anorganik maupun organik akan terurai menjadi menjadi ion H^+ dan OCl^- , dengan reaksi pada persamaan (2.2) [5]:



Tingkat ionisasi hipoklorit sangat bergantung pada pH air dan tingkat suhu yang rendah. Hubungan kesetimbangan antara pH dan suhu HOCl dan OCl⁻ dijelaskan pada **Gambar 2.1** [16].

Sesuai dengan **Gambar 2.1** pada pH asam dan netral, HOCl yang akan mendominasi, sedangkan pada pH 9 atau lebih, maka OCl⁻ yang lebih mendominasi. HOCl yang aktif dalam proses klorinasi lebih banyak pada pH yang rendah, oleh karena itu, untuk proses desinfektan lebih efektif pada pH yang rendah [22, 23].



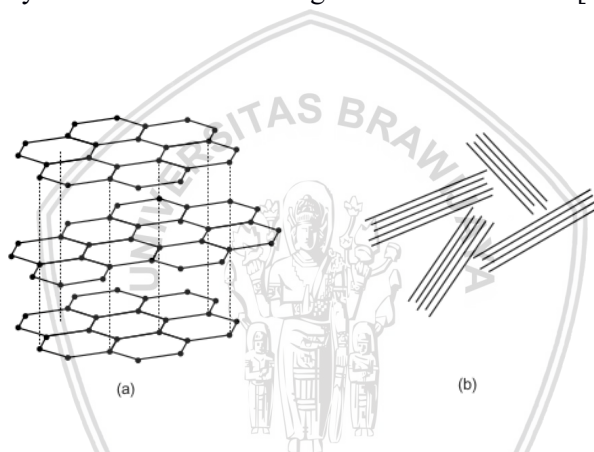
Gambar 2.1 Hubungan kesetimbangan pH dan suhu pada HOCl dan OCl⁻ [16]

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon amorf yang tersusun dari pelat-pelat datar dari atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan atom C pada setiap sudutnya dan memiliki porositas tinggi yang berguna dalam proses adsorpsi

(**Gambar 2.2 (a)**). Karbon aktif memiliki luas permukaan berkisar $300 \text{ m}^2/\text{g} - 3500 \text{ m}^2/\text{g}$ [24, 25].

Karbon aktif memiliki struktur yang terdiri dari kristalin dengan struktur grafit (**Gambar 2.2**). Di dalam grafit, atom karbon yang terletak pada lapisan dihubungkan oleh ikatan kovalen (hibridisasi sp^2). Grafit mempunyai sistem Π -elektron yang terdelokalisasi yang mampu berinteraksi dengan struktur aromatik di dalam penyerapan molekul. Kristal grafit di dalam karbon aktif berorientasi secara acak dan terikat oleh ikatan silang pada karbon. Mikropori dibentuk dari rongga antara kristalin dan biasanya bentuknya tidak beraturan. Seringkali ditemukan celah [13].



Gambar 2.2 Struktur elemen karbon aktif (a) struktur grafit, (b) orientasi acak grafit mikrokristalit [13]

Karbon aktif adalah suatu padatan terdiri dari karbon dan sudah di aktivasi yang digunakan untuk meningkatkan porositas serta luas permukaan. Pada aktivasi karbon dapat memperluas permukaan dan memungkinkan penyerapan spesies kimia yang lebih besar. Efisiensi dari karbon aktif dapat dipengaruhi oleh ukuran, bentuk partikel, luas permukaan, distribusi ukuran pori, kadar abu, dan kekerasan [26].

Karbon aktif sebagai adsorben memiliki permukaan yang bersifat non polar, karena karbon aktif sebagian besar terdiri dari karbon bebas dan masing-masing membentuk ikatan kovalen. Struktur pori dari karbon aktif merupakan faktor yang dapat mempengaruhi

daya adsorpsi, semakin kecil pori-pori karbon aktif maka akan meningkatkan luas permukaan sehingga kecepatan adsorpsi juga bertambah [27].

Karbon aktif selain mengandung atom karbon juga mengandung sejumlah kecil hidrogen dan oksigen yang terikat pada gugus fungsi misalnya karbonil, karboksil, fenol, lakton, quinon, dan gugus-gugus eter. Gugus fungsi pada karbon aktif dibentuk selama proses aktivasi oleh interaksi radikal antara permukaan karbon dengan atom-atom oksigen dan hidrogen. Gugus fungsi ini dapat mempengaruhi sifat kimia dan sifat adsorpsi pada permukaan karbon aktif. Meningkatnya jumlah oksigen dapat meningkatkan kepolaran pada permukaan karbon. Karakteristik kimia karbon aktif dapat membuat permukaan pori lebih hidrofobik dan lebih bermuatan negatif. Perlakuan secara kimia pada karbon aktif dapat meningkatkan kuantitas pada permukaan asam, sedangkan perlakuan suhu dapat mengurangi jumlah dari gugus fungsi pada permukaan karbon. Proses oksidasi pada pembuatan karbon, akan menghasilkan gugus hidroksil, karbonil, dan karboksilat yang memberikan sifat amfoter pada karbon, sehingga karbon dapat bersifat asam maupun basa [28, 29].

2.3 Pembuatan dan manfaat karbon aktif

2.3.1 Pembuatan karbon aktif

Karbon aktif dapat diperoleh dari bahan organik yang kaya akan karbon seperti batubara, lignit, dan kayu. Selain itu, dapat juga diperoleh dari produk samping pertanian seperti tempurung kelapa, sorgum gandum, sekam biji kopi, serbuk kayu karet, kayu kastanye, dan biji buah [30]. Bahan baku karbon aktif dari kayu, serbuk gergaji, batu bara, atau tempurung kelapa, diperlukan proses karbonisasi pada tahap awal fungsinya untuk mengubah struktur dari selulosa menjadi bahan yang mengandung karbon. Struktur selulosa tersebut mengandung gugus fungsi oksigen dan hidrogen, yang dapat membuat bahan kimia menjadi kering. Proses pengeringan ini biasanya dilakukan dengan menggunakan suhu yang tinggi dibawah kondisi pirolitik dan akan menyebabkan kerusakan pada struktur selulosa sehingga hanya akan tertinggal kerangka karbonnya saja. Proses ini dinamakan aktivasi secara kimia, dengan menggabungkan

proses aktivasi dan karbonisasi. Setelah itu, produk didinginkan, dan kemudian zat aktivasi di ekstraksi [13].

Proses pembuatan karbon aktif secara umum ada 3 tahap, antara lain sebagai berikut :

1. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses penghilangan atau pengurangan kadar air pada bahan baku karbon aktif. Kemudian bahan baku karbon aktif dipotong kecil-kecil dan di oven pada temperatur 170°C [31, 32].

2. Karbonisasi

Karbonisasi adalah proses pembakaran bahan baku karbon aktif dengan menggunakan temperatur yang tinggi, yaitu berkisar antara 300°C sampai 900°C . temperatur yang digunakan sesuai dengan kekerasan dari bahan baku, pada proses ini udara yang digunakan terbatas [31].

3. Aktivasi

Proses aktivasi karbon aktif ada dua cara, antara lain sebagai berikut :

a. Aktivasi fisik

Proses aktivasi fisik adalah proses pengoksidasian arang menggunakan pengoksidasi atmosfer (karbon monoksida, oksigen atau uap) dengan menggunakan bantuan panas diatas suhu 250°C , biasanya suhu berkisar 600°C – 1200°C [15].

b. Aktivasi Kimia

Aktivasi secara kimia adalah perendaman arang dengan bahan kimia sebelum dipanaskan. Bahan kimia yang digunakan antara lain berupa asam kuat, basa kuat atau garam (H_3PO_4 , KOH , NaOH , ZnCl_2 , dan lain sebagainya). Arang di rendam selama 24 jam lalu ditiriskan dan dipanaskan selama 1-2 jam. Pada suhu ini bahan pengaktifasi akan masuk disela-sela heksagonal karbon aktif dan kemudian akan membuka permukaan yang masih tertutup. Pengaktifan secara kimia lebih banyak digunakan daripada pengaktifan secara fisik karena

repository.ub.ac.id

menggunakan suhu lebih rendah serta waktu yang dibutuhkan lebih cepat [10, 15].

Aktivator dalam proses aktivasi karbon aktif dengan menggunakan senyawa basa pada umumnya menggunakan NaOH dan KOH. Ukuran suatu ion memberikan peran penting pada proses aktivasi karbon aktif karena dapat menentukan ukuran dan jumlah pori dari karbon aktif. Semakin kecil ukuran ion maka kemampuan distribusi atau penetrasi ion dalam struktur karbon aktif akan besar. Aktivator NaOH (Na^+) memiliki ukuran ion yang lebih kecil dibandingkan dengan aktivator KOH (K^+). Oleh karena itu, aktivator NaOH lebih efektif dibandingkan dengan KOH. NaOH sebagai agen pengaktivasi sangat efektif untuk karbon aktif yang tidak beraturan [11].

Proses aktivasi karbon dapat memperbesar ukuran pori dan menciptakan struktur pori yang luas serta dapat meningkatkan volume mikropori (lebar pori $< 2 \text{ nm}$) dan luas permukaan internal. Volume dari mesopori dan makropori (lebar pori $> 2 \text{ nm}$) sangat penting untuk proses transportasi internal dari suatu senyawa ke area permukaan mikropori, dimana akan terjadi adsorpsi [14].

Aktivasi karbon secara kimia dan fisik memiliki beberapa perbedaan khususnya dalam hal tekstur pori, tingkat porositas, dan distribusi ukuran pori. Aktivasi karbon secara kimia memberikan hasil yang baik, seperti memperluas permukaan. Kelemahan dari proses aktivasi secara kimia antara lain seperti, mekanismenya susah dipahami, proses pencucian, dan korosivitas [33].

2.3.2 Manfaat karbon aktif

Karbon aktif banyak dimanfaatkan untuk menghilangkan rasa dan bau yang tidak diinginkan pada air minum, menghilangkan kontaminasi dari limbah industri, menghilangkan warna dan kotoran yang tidak diinginkan pada pengolahan makanan (contohnya gula, sirup jagung, dan minyak nabati), obat-obatan, dan minuman yang berakohol. Dalam industri kimia, karbon aktif digunakan untuk penjernihan larutan. Aplikasi karbon aktif dalam sistem fasa gas digunakan untuk proses penjernihan udara, pengurangan emisi mobil, dan pemulihan uap pelarut [26].

2.4 Adsorpsi

2.4.1 Pengertian adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan spesies kimia dari fase fluida (gas atau cairan) pada suatu permukaan cairan atau padatan. Dalam proses adsorpsi digunakan istilah adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah media padat untuk proses adsorpsi, sedangkan adsorbat adalah spesies kimia yang akan di adsorpsi [13]. Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padat, maka padatan akan lebih cenderung menarik molekul-molekul yang lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan. Akibatnya, konsentrasi molekul pada permukaan akan lebih besar dari pada dalam fasa gas atau zat terlarut dalam larutan. Pada adsorpsi, interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben [34].

2.4.2 Klasifikasi adsorpsi

Adsorpsi dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis antara lain:

1. Adsorpsi fisik

Adsorpsi fisik dapat dipengaruhi oleh adanya gaya van der Waals sehingga menyebabkan interaksi antara molekul adsorbat dan adsorben menjadi lemah. Pada adsorpsi ini akan terbentuk lapisan multilayer, karena setiap molekulnya akan membentuk lapisan diatas lapisan yang sebelumnya, sesuai dengan konsentrasi yang digunakan [35].

2. Adsorpsi kimia

Adsorpsi kimia disebabkan oleh adanya ikatan kimia (bukan gaya van der Waals) antara adsorben dengan adsorbat. Proses adsorpsi kimia ini diawali oleh proses adsorpsi fisik dimana dengan adanya gaya van der Waals atau ikatan hidrogen menyebabkan partikel adsorbat tertarik ke permukaan adsorben sehingga akan membentuk ikatan kimia (bukan ikatan kovalen). Dan cenderung mencari tempat yang dapat memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat. Dengan adanya ikatan kimia dapat menyebabkan terbentuk lapisan pada permukaan adsorben. Jika jumlah ikatan kimia

repository.ub.ac.id

bertambah maka akan lebih cepat jenuh dan tidak dapat menyerap zat lainnya. Proses adsorpsi kimi ini, bersifat *irreversible* [35, 36].

2.4.3 Faktor yang mempengaruhi adsorpsi

Faktor – faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi antara lain :

1. Luas permukaan

Ukuran dari adsorben dapat mempengaruhi luas permukaan. Semakin kecil ukuran dari adsorben, maka luas permukaannya akan meningkat. Apabila luas permukaan semakin luas maka adsorbat yang akan diserap juga banyak sehingga kapasitas adsorpsinya besar [36].

2. Ukuran molekul adsorbat

Molekul- molekul yang memiliki ukuran diameter yang kecil akan lebih mudah di adsorpsi ke dalam pori-pori adsorben [37].

3. Suhu

Proses adsorpsi akan meningkat dengan penurunan suhu dan akan mengalami penurunan jika suhunya meningkat [13].

4. pH

Pada pH yang lebih asam, maka jumlah asam hipoklorit lebih mendominasi, sedangkan jika pada pH yang terlalu basa maka jumlah ion hipoklorit akan mendominasi. Hubungan ini, dijelaskan pada **Gambar 2.1** . Asam hipoklorit merupakan oksidan yang sangat kuat daripada ion hipoklorit [16].

5. Konsentrasi adsorbat

Meningkatnya konsentrasi dari adsorbat maka jumlah substansi yang terserap juga banyak, karena frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar [18].

6. Kecepatan pengadukan

Apabila pengadukan sangat lambat, maka proses adsorpsi juga akan lambat. Tetapi jika pengadukan terlalu cepat maka akan menyebabkan struktur adsorben cepat mengalami kerusakan [18].

7. Waktu kontak

Lamanya waktu kontak antara partikel pada adsorben dan adsorbat, maka kemungkinan proses difusi dan penempelan molekul dari adsorbat juga akan baik. Waktu kontak berbanding terbalik dengan jumlah adsorben yang digunakan [36, 38].

8. Kepolaran zat

Kepolaran suatu zat sangat mempengaruhi komponen mana yang akan diadsorpsi lebih kuat. Jika adsorbennya bersifat polar, maka adsorbat yang bersifat polar akan lebih terikat kuat dibandingkan dengan adsorbat yang bersifat non polar [39].

2.4.4 Kapasitas adsorpsi

Kapasitas adsorpsi adalah kemampuan sebuah adsorben dalam menyerap adsorbat, satuan dari kapasitas adsorpsi adalah mg/g [40]. Penentuan kapasitas maksimum dari adsorpsi pada permukaan karbon aktif dapat ditentukan menggunakan persamaan Langmuir sesuai dengan persamaan (2.5) [41]:

$$q_A = \frac{q_m K C_A}{1 + K C_A} \quad (2.5)$$

Persamaan (2.5) dapat diturunkan menjadi persamaan (2.6) yaitu [41]:

$$\frac{C_A}{q_A} = \frac{1}{q_m K} + \frac{1}{q_m} C_A \quad (2.6)$$

Nilai K dan q_m dapat ditentukan dengan menggunakan grafik hubungan C_A (sumbu x) terhadap C_A/q_A (sumbu y). Dari grafik tersebut diperoleh persamaan linear dengan intersep ($1/q_m K$) dan kemiringan ($1/q_m$). Dengan C_A adalah konsentrasi setelah adsorpsi (mg/L), q_A adalah jumlah adsorbat yang teradsorpsi (mg/g), q_m adalah kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g), dan K adalah konstanta Langmuir atau parameter afinitas yang berhubungan dengan energi adsorpsi (L/mg) [41]. Model langmuir ini, dapat menjelaskan bahwa mekanisme adsorpsinya secara kimisorpsi, yang berarti bahwa

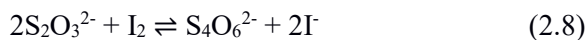
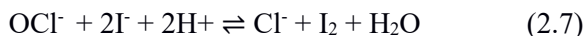
kapasitas adsorpsi maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (*monolayer*) [42].

2.5 Metode Analisa Hipoklorit dengan Titration Iodometri

Metode titration Iodometri adalah metode yang digunakan untuk menentukan klorin, pada umumnya digunakan untuk pengujian klorin total pada kadar di atas 1 mg / L Cl₂. Larutan standar yang sering digunakan pada titration iodometri adalah natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃). Larutan ini perlu distandarisasi karena bersifat tidak stabil pada keadaan biasa (pada saat penimbangan). Kestabilan suatu larutan dipengaruhi oleh pH rendah, sinar matahari dan adanya bakteri yang memanfaatkan sulfur [43]. Natrium tiosulfat sering distandarisasi dengan kalium dikromat dan kalium iodat [44].

Penentuan titik akhir pada proses titration iodometri ditentukan dengan menggunakan indikator amilum. Tujuan penambahan indikator amilum ini, untuk memperjelas titik akhir titration karena dapat memberikan warna biru gelap dari kompleks iodin-amilum. Penambahan indikator amilum harus menunggu sampai titration mendekati sempurna, hal ini disebabkan apabila penambahan indikator terlalu awal maka ikatan antara iodium dan amilum sangat kuat, dan amilum akan membungkus iodium sehingga iodium sukar lepas, akibatnya warna biru sukar hilang dan titik akhir titration tidak kelihatan tajam lagi. Titik akhir titration dinyatakan dengan hilangnya warna biru dari larutan yang dititrasi [43].

Metode ini didasarkan pada reaksi dengan larutan tiosulfat pada persamaan (2.7) dan (2.8) [10]:



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2018 sampai dengan bulan Juni 2018 dan dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini, adalah ayakan 100 mesh, ayakan 120 mesh, labu ukur, gelas kimia, pipet ukur, pipet volume, pipet tetes, kertas saring, *shaker*, neraca analitik, erlenmeyer, seperangkat alat titrasi, corong gelas, oven, cawan porselen, tanur, *magnetic stirrer*, pH-meter.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, adalah bahan baku karbon aktif dari tempurung kelapa, kalsium hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$), padatan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, larutan H_2SO_4 96 % pa, padatan KIO_3 , padatan KI, padatan NaOH pa, larutan amilum 1 %, HCL 12 M, dan akuades.

3.3 Tahap Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan alat dan bahan
2. Pembuatan Larutan
 - a. Preparasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M
 - b. Preparasi larutan H_2SO_4 2,3 M
 - c. Preparasi larutan KIO_3 0,1 M
 - d. Preparasi larutan KI 0,6 M

3. Pembuatan karbon aktif

- a. Pembuatan karbon dari tempurung kelapa
- b. Aktivasi karbon dengan NaOH 15 % (w/v)

4. Adsorpsi ion hipoklorit

- a. Penentuan pengaruh pH
- b. Pengaruh konsentrasi larutan hipoklorit terhadap adsorpsi larutan hipoklorit
- c. Standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan KIO_3

5. Analisis data

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan karbon dari tempurung kelapa

Tempurung kelapa dibentuk kecil – kecil, lalu dikeringkan di bawah sinar matahari. Selanjutnya dimasukan ke dalam tanur dengan suhu 600°C selama 4 jam. Selanjutnya tempurung kelapa didinginkan di dalam desikator, lalu hasil karbonisasi digerus dan diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh dan 120 mesh.

Sebanyak 10 g arang dengan ukuran 120-100 mesh dimasukkan kedalam gelas kimia 500 mL. Selanjutnya ditambahkan akuades sebanyak 66 mL. Campuran dikocok menggunakan pengaduk magnet selama 20 menit. Kemudian campuran disaring menggunakan kertas saring. Setelah pencucian, karbon dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 24 jam.

3.4.2 Aktivasi karbon aktif dengan NaOH 15% (w/v)

Karbon aktif dari hasil percobaan **3.4.1** ditimbang sebanyak 5 g, kemudian direndam dengan larutan NaOH 15% (w/v) selama 48 jam. Selanjutnya dicuci dengan akuades sampai pHnya netral. Kemudian dikeringkan didalam oven selama 24 jam pada suhu 105°C . sampel yang dihasilkan disebut karbon aktif dari modifikasi NaOH.

3.4.4 Penentuan pengaruh pH

Larutan kaporit dengan konsentrasi 700 mg OCl^-/L pada pH 4 sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan ditambah 0,1 g karbon aktif hasil percobaan **3.4.2**, selanjutnya di kocok dengan *shaker* selama 150 menit. Lalu, campuran disaring menggunakan kertas saring. Konsentrasi ion hipoklorit yang tidak teradsorpsi di analisis secara titrimetri (titrasi iodometri). Jumlah ion hipoklorit yang teradsorpsi dihitung dari selisih konsentrasi ion hipoklorit awal terhadap konsentrasi ion hipoklorit yang tidak teradsorpsi. pH optimum ditentukan dari kurva hubungan antara pH terhadap jumlah ion hipoklorit teradsorpsi. Prosedur yang sama dilakukan untuk pH 6, 8, 10, 11, dan 12,74. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

3.4.5 Pengaruh konsentrasi larutan hipoklorit terhadap kapasitas adsorpsi hipoklorit

Sebanyak 100 ml larutan kaporit dengan konsentrasi 200 mg OCl^-/L pada pH optimum hasil percobaan **3.4.4** dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL dan ditambah 0,1 g karbon aktif hasil percobaan **3.4.2** selanjutnya di kocok dengan *shaker* selama 150 menit. Lalu, campuran disaring dengan menggunakan kertas saring. Konsentrasi ion hipoklorit yang tidak teradsorpsi di analisis secara titrimetri (titrasi iodometri). Jumlah ion hipoklorit yang teradsorpsi dihitung dari selisih konsentrasi ion hipoklorit awal terhadap konsentrasi ion hipoklorit yang tidak teradsorpsi. Konsentrasi optimum ditentukan dari kurva hubungan konsentrasi terhadap kapasitas adsorpsi. Prosedur yang sama dilakukan untuk konsentrasi 300, 500, 700, dan 800 mg OCl^-/L . percobaan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

3.4.6. Analisis kuantitatif ion hipoklorit dengan titrasi iodometri

3.4.6.1 Standardisasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan KIO_3

Larutan KIO_3 0,1 M dipipet sebanyak 2 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, ditambahkan larutan KI 0,6 M sebanyak 2 mL, dan larutan H_2SO_4 2,3 M sebanyak 2 mL. Lalu, ditambahkan akuades sampai volumenya 100 mL. Larutan dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M sampai warnanya berubah menjadi kuning muda,

selanjutnya ditambahkan 1 mL larutan amilum 1% dan dititrasi kembali dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M sampai warna biru tua menjadi hilang.

3.4.6.2 Penentuan konsentrasi ion hipoklorit

Sebanyak 10 mL filtrat hipoklorit sebelum dan sesudah adsorpsi dipipet dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL. Kemudian ditambahkan 2 mL larutan KI 0,6 M, dan 2 mL larutan H_2SO_4 2,3 M. Lalu ditambahkan akuades sampai volume larutan mencapai 100 mL, Larutan dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M sampai warnanya berubah menjadi kuning pucat, selanjutnya ditambahkan 2 mL larutan amilum 1% dan dititrasi kembali dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M sampai warna biru tua menjadi hilang.

3.5 Analisis Data

Berdasarkan hasil titrasi dari standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan kalium iodat, maka dapat ditentukan konsentrasi dari larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ berdasarkan reaksi dan persamaan berikut ini:

Reaksi:



Maka:

$$\text{mol KIO}_3 \text{ (dalam 100 mL)} = \frac{\text{massa KIO}_3}{\text{Mr KIO}_3}$$

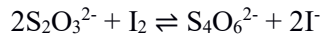
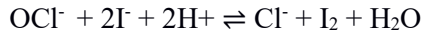
$$\text{mol KIO}_3 \text{ (dalam 2 mL)} = \frac{2}{100} \times \text{mol KIO}_3 \text{ (dalam 100 mL)}$$

$$\text{mol S}_2\text{O}_3^{2-} = \frac{6}{1} \times \text{mol KIO}_3 \text{ (dalam 2 mL)}$$

$$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = \frac{\text{mol S}_2\text{O}_3^{2-}}{V_{\text{titrasi}}}$$

Untuk menentukan massa OCl^- yang tidak teradsorpsi ataupun massa OCl^- awal, dapat ditentukan dari hasil titrasi berdasarkan reaksi dan persamaan berikut ini:

Reaksi:



Maka:

$$\text{mol } \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = [\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] \times \text{Volume titrasi}$$

$$\text{mol OCl}^- = \frac{1}{2} \times \text{mol } \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$$

$$\text{massa OCl}^- = \text{mol OCl}^- \times \text{Mr OCl}^-$$

% OCl⁻ yang teradsorpsi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ OCl}^- \text{ yang teradsorpsi} : \frac{(m_0 - m_A)}{m_0} \times 100 \%$$

Keterangan :

m_0 = massa OCl⁻ awal (mg)

m_A = massa OCl⁻ yang tidak teradsorpsi (mg)

Massa OCl⁻ yang diserap per gram adsorben karbon aktif (q_A) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$q_A = \frac{(m_0 - m_A)}{W}$$

Keterangan:

q_A = jumlah zat yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g)

W = massa adsorben yang digunakan saat proses adsorpsi (g)

Dalam penentuan kondisi optimum dapat dibuat dalam bentuk grafik yaitu sebagai berikut:

- Hubungan pH larutan hipoklorit terhadap % OCl^- yang teradsorpsi.
- Hubungan konsentrasi larutan hipoklorit ($\text{mg OCl}^-/\text{L}$) dengan massa hipoklorit yang diserap per gram adsorben (q_A).

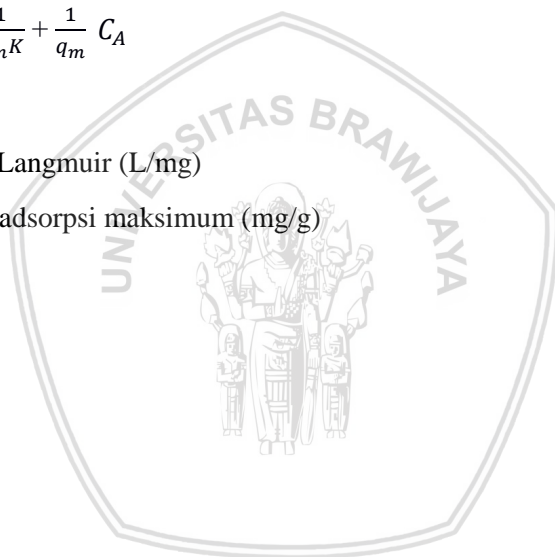
Penentuan kapasitas adsorpsi maksimum dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan Langmuir, dengan dibuat grafik hubungan antara C_A (sumbu x) dengan C_A/q_A (sumbu y), berdasarkan persamaan berikut:

$$\frac{C_A}{q_A} = \frac{1}{q_m K} + \frac{1}{q_m} C_A$$

Keterangan:

K = konstanta Langmuir (L/mg)

q_m = kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g)



BAB IV

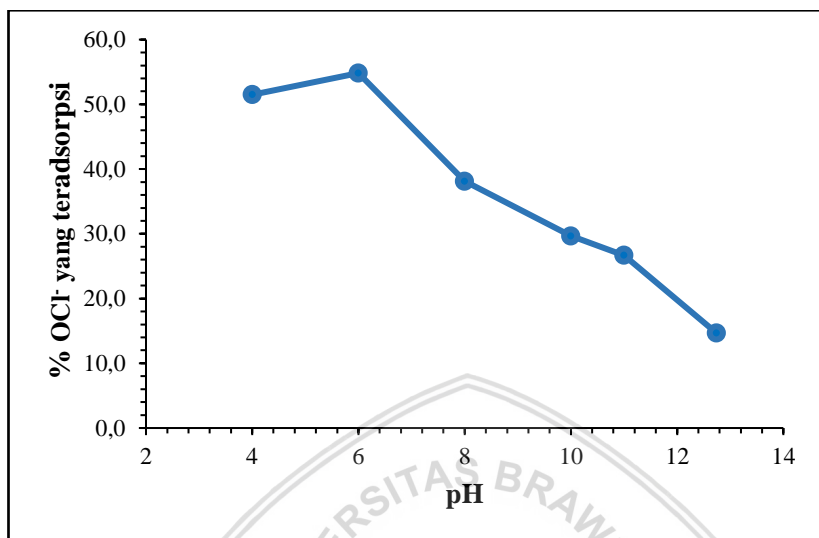
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh pH Terhadap Jumlah OCl^- yang Teradsorpsi

Faktor yang penting untuk menentukan kondisi optimum dalam proses adsorpsi salah satunya adalah pH larutan. pH sangat menentukan jumlah ion OCl^- atau HClO yang akan diadsorpsi oleh karbon aktif, sesuai dengan rujukan tinjauan pustaka **Gambar 2.1**. Berdasarkan **Gambar 2.1** dapat diketahui bahwa meningkatnya pH atau semakin basa pH maka ion OCl^- yang akan mendominasi, sedangkan pada pH yang terlalu asam maka HOCl yang akan mendominasi. Karakteristik kimia karbon aktif adalah dapat membuat permukaan pori lebih hidrofobik dan lebih bermuatan negatif [28, 29]. Adsorben yang bersifat hidrofobik cenderung non polar, sehingga akan lebih mudah berinteraksi dengan molekul netral atau pun dengan molekul yang bersifat non polar lainnya.

Pada penelitian ini ditentukan pengaruh pH larutan hipoklorit terhadap massa OCl^- yang akan di adsorpsi dengan cara menambahkan 0,1 g adsorben karbon aktif yang sudah teraktivasi dengan NaOH 15% (w/v) ke dalam 100 mL larutan hipoklorit 700 mg OCl^-/L pada pH 4, 6, 8, 10, 11, dan 12,74.

Hasil percobaan (**Gambar 4.1**) menunjukkan bahwa persentase adsorpsi OCl^- meningkat dari pH 4 (51,5%) sampai pH 6 (54,8%). Sedangkan pada pH 8, 10, 11, dan 12,74 persentase OCl^- yang teradsorpsi mengalami penurunan. Oleh karena itu, pH optimum untuk adsorpsi hipoklorit adalah pH 6. Pada pH 6 hipoklorit berada dalam bentuk HOCl (98 %) dan OCl^- (2 %). Pada pH optimum HOCl lebih banyak teradsorpsi dari pada dalam bentuk OCl^- . Permukaan karbon aktif bersifat non polar, sedangkan OCl^- bersifat lebih polar daripada HOCl , sehingga karbon aktif cenderung berinteraksi lebih kuat dengan HOCl . Sementara pada pH 8, 10, 11, dan 12,74 jumlah OCl^- (bersifat polar) yang mendominasi, sehingga jumlah hipoklorit yang teradsorpsi juga semakin sedikit.

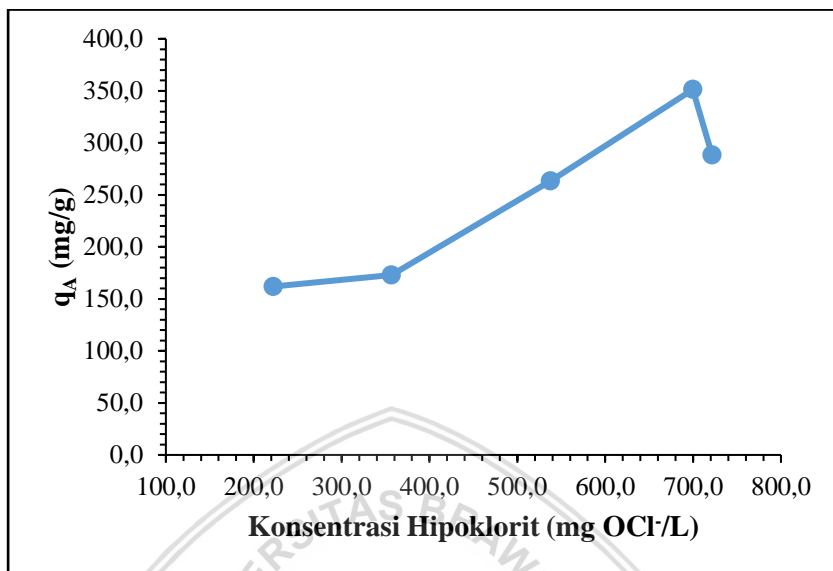


Gambar 4.1 Pengaruh pH larutan hipoklorit dengan %OCl⁻ yang teradsorpsi.

4.2 Pengaruh Konsentrasi Hipoklorit Pada Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Teraktivasi NaOH Terhadap Hipoklorit

Penentuan kapasitas adsorpsi dari adsorben karbon aktif terhadap ion OCl⁻ dapat ditentukan dengan mempelajari pengaruh konsentrasi ion OCl⁻ pada saat mencapai kesetimbangan terhadap jumlah ion OCl⁻ per massa adsorben.

Pada penelitian ini ditentukan pengaruh konsentrasi larutan hipoklorit terhadap kapasitas adsorpsi pada karbon aktif. dengan cara menambahkan 0,1 g adsorben karbon aktif yang sudah teraktivasi dengan NaOH 15% (w/v) pada pH optimum yaitu pada pH 6 ke dalam 100 mL larutan hipoklorit 200, 300, 500, 700, dan 800 mg OCl⁻/L.

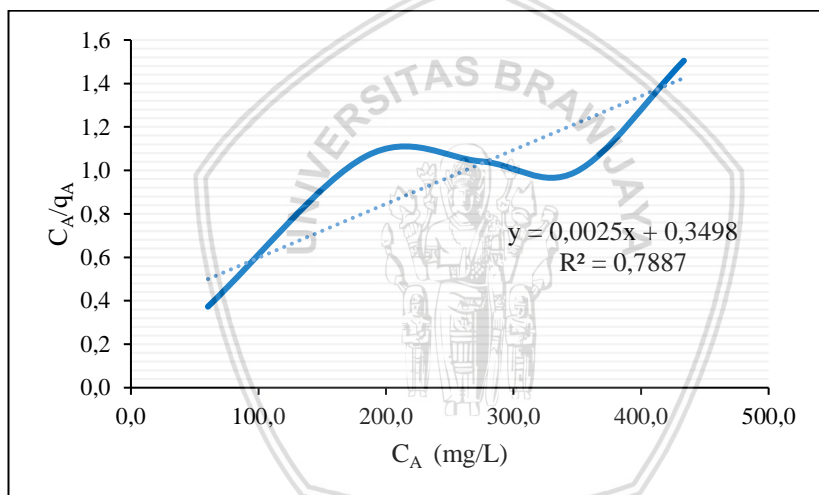


Gambar 4.2 Pengaruh konsentrasi hipoklorit (mg OCl⁻/L) terhadap massa OCl⁻ yang teradsorpsi (q_A).

Hasil percobaan (**Gambar 4.2**) menunjukkan bahwa konsentrasi larutan hipoklorit berbanding lurus dengan massa OCl⁻ yang teradsorpsi oleh karbon aktif. Massa OCl⁻ yang teradsorpsi per gram adsorben (q_A) terus mengalami kenaikan dari konsentrasi 222,3 mg OCl⁻/L – 699,7 mg OCl⁻/L, sedangkan pada konsentrasi 721,7 mg OCl⁻/L mengalami penurunan. Meningkatnya konsentrasi ion OCl⁻ dalam larutan akan menyebabkan frekuensi tumbukan antar partikel akan semakin besar [18], sehingga pada saat waktu kesetimbangan sudah tercapai maka jumlah adsorbat yang terikat juga meningkat. Ketika adsorben sudah mencapai kapasitas maksimumnya maka akan terjadi penurunan massa yang teradsorpsi seperti pada konsentrasi 721,7 mg OCl⁻/L. Penurunan massa OCl⁻ yang teradsorpsi disebabkan oleh laju difusi hipoklorit dari adsorben ke fasa ruah lebih besar daripada laju difusi hipoklorit dari fasa ruah ke adsorben.

Berdasarkan data yang diperoleh pada **Gambar 4.2** dapat ditentukan kapasitas adsorpsi maksimum dari karbon aktif dengan menggunakan persamaan Langmuir (**Gambar 4.3**).

Pada **Gambar 4.3** diperoleh persamaan $y = 0,0025x + 0,3498$ dengan $R^2 = 0,7887$. Kapasitas adsorpsi maksimum (q_m) dari karbon aktif dapat ditentukan dari slope ($1/q_m$) dengan nilai slope 0,0025 yaitu sebesar 400 mg/g dan nilai konstanta Langmuir (K) adalah 0,0071 L/mg. Persamaan Langmuir ini menunjukkan bahwa kapasitas maksimum dari karbon aktif terjadi pada lapisan tunggal (*monolayer*) [40]. Sehingga proses adsorpsi akan berjalan terus sampai terbentuk lapisan tunggal.



Gambar 4.3 Grafik persamaan Langmuir karbon aktif dari konsentrasi hipoklorit setelah proses adsorpsi (C_A) terhadap konsentrasi per massa hipoklorit yang diserap per gram adsorben (C_A/q_A)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. pH larutan hipoklorit mempengaruhi jumlah OCl^- yang teradsorpsi. pH optimum untuk adsorpsi hipoklorit menggunakan karbon aktif teraktivasi NaOH 15% (w/v) adalah pH 6. Dengan % OCl^- yang teradsorpsi pada pH optimum adalah 54,8%.
2. Konsentrasi larutan hipoklorit mempengaruhi terjadinya peningkatan massa OCl^- yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g). Kapasitas adsorpsi maksimum dari karbon aktif adalah 400 mg/g

5.2 Saran

Diharapkan pada penelitian selanjutnya adalah:

- a. Mengkarakterisasi lebih lanjut karbon aktif seperti menentukan kapasitas desorpsinya, selain itu perlu dikarakterisasi dengan menggunakan SSA (*Specific Surface Area*)
- b. Memodifikasi massa dari adsorben untuk meningkatkan kapasitas adsorpsinya

DAFTAR PUSTAKA

1. Nintyas, P. K. (2016). *Pemanfaatan Limbah Pelepah Pisang di Meteseh sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas dengan Proses Soda Menggunakan Alat Digester* (Skripsi). Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Smith, C. (2011). *Calcium Hypochlorite In Municipal and Effluent Water Treatment*. Toowoomba: Arch International Pty Ltd.
3. Purba, F. (2017). *Perancangan Pabrik Hipoklorit dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun (Perancangan Spray Dryer (SD-301))* (Skripsi). Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
4. Ali, M. (2010). *Monograf Peran Proses Desinfeksi dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk Air Bersih*. Surabaya: Upn Press.
5. D. A., Sasongko, T. H., Suprayogi, & S. M., Sayuthi. (2012). Pengaruh Berbagai Konsentrasi Larutan Kaporit (CaHOCl) Untuk Dipping Puting Susu Kambing Perah Terhadap Total Bakteri dan pH Susu. *Anim. Agric. J.*, 1(2), 93–99.
6. Harp, D. L. (2002). *Current Technology of Chlorine Analysis For Water and Wastewater Technical Information Series — Booklet No.17*. USA: Hach Company.
7. Setiawan, D., Sibarani, J., & Suprihatin, I. E. (2013). Perbandingan Efektivitas Disinfektan Kaporit, Hidrogen Peroksida, dan Pereaksi Fenton ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$). *CAKRA Kim. Indones. E-J. Appl. Chem.*, 1(2), 16–24.
8. Busyairi, M. (2016). Efektivitas Kaporit pada Proses Klorinasi terhadap Penurunan Bakteri Colioform dari Limbah Cair Rumah Sakit X Samarinda, 23(2), 7.
9. Rohayati, Safarin, E., & Lestari, G., R. P. M. (2016). Pemeriksaan Kadar Klorin Pada Air Pdam Tirta Galuh Cabang Ciamis. *J. Manusia dan Lingkungan*, 3(2), 29–36.
10. Rahmawati, E. (2006). *Adsorpsi Senyawa Residu Klorin pada Karbon Aktif Termodifikasi Zink Klorida* (Skripsi). Fakultas

- Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
11. Viswanathan, B., Neel, P. I., & Varadarajan, T. K. (2009). *Methods of Activation and Specific Applications of Carbon Materials*. India: National Center for Catalysis Research.
 12. Setiawati, E., & Suroto, S. (2010). Pengaruh Bahan Aktivator pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(1), 21. doi:10.24111/jrihh.v2i1.911
 13. Worch, E. (2012). *Adsorption Technology in Water Treatment: Fundamentals, Processes, and Modeling*. Berlin, Boston: DE GRUYTER. doi:10.1515/9783110240238
 14. Chowdhury, Z. K. (2013). *Activated Carbon: Solutions for Improving Water Quality*. Denver: American Water Works Association.
 15. Pradhan, S. (2011). *Production and Characterization of Activated Carbon Produced From A Suitable Industrial Sludge* (Thesis). Departement of Chemical Engineering, National Institute of Technology, Rourkela.
 16. Environmental Protection Agency. (2011). *Water Treatment Manual: Disinfection*. Irlandia: Environmental Protection Agency.
 17. Davies, M. J., & Hawkins, C. L. (2000). Hypochlorite-Induced Oxidation of Thiols: Formation of Thiyl Radicals and the Role of Sulfenyl Chlorides as Intermediates. *Free radical research*, 33, 719–729.
 18. Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2006). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *INFO-Tek*, 12(1), 11–20.
 19. Intratec Solutions. (2013). *Technology Economics Sodium Hypochlorite Chemical Production - Intratec Solutions*. USA: Intratec Solutions LLC.
 20. Suslow, T. (1997). *Postharvest Chlorination: Basic Properties & Key Points for Effective Distribution*. California: University of California, Agriculture and Natural Resources. doi:10.3733/ucanr.8003
 21. Enviromental Protection Agency. (1991). *Sodium and Calcium Hypochlorite Salts*. USA: Enviromental Protection Agency.

22. Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in Endodontics. *Dental Clinics of North America*, 54(2), 291–312. doi:10.1016/j.cden.2009.12.001
23. D. A, Buck, F. S, Nakayama, & R. G, Gilbert. (1979). Trickle Irrigation Water Quality and Preventive Maintenance. *Agriultural Water Management*, 2(2), 149–162.
24. Jamilatun, S., & Setyawan, M. (2014). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*, 12(1), 1–112.
25. Hayashi, J., Kazehaya, A., Muroyama, K., & Watkinson, A. P. (2000). Preparation of Activated Carbon From Lignin by Chemical Activation. *Carbon*, 38(13), 1873–1878. doi:10.1016/S0008-6223(00)00027-0
26. Williamson, I. A., Pearson, D. R., Aranoff, S. L., Pinkert, D. A., Johanson, D. S., & Broadbent, M. M. (2013). Certain Activated Carbon from China. *U.S. International Trade Commission*, 122.
27. Sitorus, D. O. (2014). *Peningkatan Potensi Campuran Serat Sabut Kelapa dan Serbuk Kayu Gergaji Teraktivasi H2SO4 Sebagai Media Adsorben Zat Warna Terhadap Limbah Kain Songket* (Skripsi). Diploma III Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
28. Cecen, F., & Aktas, Ö. (2011). *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment: Integration of Adsorption and Biological Treatment*. Turkey: Wiley-VCH.
29. Suprianova, C. (2016). *Pembuatan Karbon Aktif dari kulit Durian Sebagai Adsorben Zat Warna dari Limbah Cair Tenun Songket dengan Aktivator KOH* (Skripsi). Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
30. Ni Luh Putu Manik, W., & Ristiati, N. P. (2004). Analisis Kualitatif Bakteri Koliform Pada Depo Air Minum Isi Ulang di Kota Singaraja Bali. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 3(1), 64–73.
31. Ramdja, A. F., Halim, M., & Handi, J. (2008). pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*), 15(2), 8.
32. Komariah, L. N., Ahdiat, S., & Sari, N. D. (2013). Pembuatan Karbon Aktif dari Bonggol Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt*) dan Aplikasinya pada Pemurnian Air Rawa, 19(3), 1–8.

33. Lozano-Castello, D., Lillo-Rodenas, M. A., Cazorla-Amoros, D., & Linares-Solano, A. (2001). Preparation of Activated Carbons from Spanish Anthracite I. Activation by KOH. *Carbon*, 39, 741–749.
34. Tandy, E., Hasibuan, I. F., & Harahap, H. (2012). Kemampuan Adsorben Limbah Lateks Karet Alam Terhadap Minyak Pelumas dalam Air, 1(2), 5.
35. Gapsari, F. (2017). *Pengantar Korosi*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
36. Laeliocattleya, R. A., Muchlisyyah, J., & Putri, W. D. R. (2017). *Kimia Fisik Pangan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
37. Atmayudha, A. (2007). *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa dengan Perlakuan Aktivasi Terkontrol Serta Uji Kinerjanya* (Skripsi). Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
38. Khuluk, R., H. (2016). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa (Cocos nucifera L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru* (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
39. Hasrianti. (2013). Adsorpsi Ion Cd^{2+} Pada Limbah Cair Menggunakan Kulit Singkong. *Jurnal Dinamika*, 4(2), 59–76.
40. Nurafriyanti, Prihatini, N., S., & Syauqiah, I. (2017). Pengaruh Variasi pH dan Berat Adsorben dalam Pengurangan Konsentrasi Cr Total pada Limbah Artifisial Menggunakan Adsorben Ampas Daun Teh. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 56–65.
41. Benjamin, M. M., & Lawler, D. F. (2013). *Water Quality Engineering: Physical / Chemical Treatment Processes*. New Jersey: John Wiley & Sons.
42. Endrayana, R. S. (2017). *Pengaruh Waktu Kontak dan Konsentrasi Cr(VI) terhadap Adsorpsi Cr(VI) dengan Menggunakan Granul Alumino Silico Phosphate (GASP)* (Skripsi). Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
43. Akhiruddin, M. (2011). *Analisis Kadar Kalium Iodat (KIO_3) dalam Garam Dapur dengan Menggunakan Metode Iodometri*

yang Beredar di Pasar Ujung Batu Kabupaten Rokan Hulu (Skripsi). Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.

44. Asakai, T., & Hioki, A. (2015). Reliability in Standardization of Sodium Thiosulfate With Potassium Dichromate. *Microchemical Journal*, 123, 9–14. doi:10.1016/j.microc.2015.05.012

